

A block diagram of a video signal processing circuit. The input signal enters from the left through a switch (1) and a delay element (2). It then passes through a series of blocks: a delay element (3), a switch (4), a delay element (5), a switch (6), a delay element (7), a switch (8), a delay element (9), a switch (10), a delay element (11), a switch (12), a delay element (13), a switch (14), a delay element (15), a switch (16), a delay element (17), a switch (18), a delay element (19), a switch (20), a delay element (21), a switch (22), a delay element (23), a switch (24), a delay element (25), a switch (26), a delay element (27), a switch (28), a delay element (29), and a switch (30). The output signal exits from the right through a switch (31).



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 04 515 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 R 19/25
G 01 R 15/02
H 01 F 40/14

②1 Aktenzeichen: P 42 04 515.0
②2 Anmeldetag: 15. 2. 92
④3 Offenlegungstag: 19. 8. 93

DE 42 04 515 A 1

⑦1 Anmelder:
ABB Patent GmbH, 6800 Mannheim, DE

⑦2 Erfinder:
Kloska, Stephan, Dipl.-Ing., 6100 Darmstadt, DE;
König, Dieter, Prof. Dr.-Ing., 6100 Darmstadt, DE

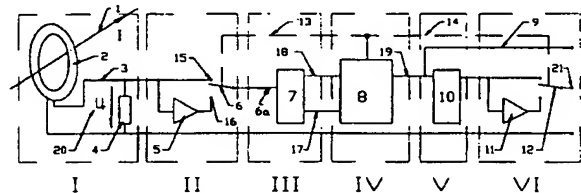
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 28 31 407 B2
DE 37 12 190 A1
DE 35 24 581 A1
DE 26 56 817 A1
DD 2 16 547 A1
DD 1 49 984
FR 24 23 921
US 49 33 630
US 47 09 338
EP 22 35 507 A2

LEBEDA, Stanislav;
MÄCHLER, Adrain: Rogowski- Spulen zur exakten
Strommessung beider Elektroden-regelung von
Lichtbogenschmelzöfen. In: Brown Boveri
Mitt. 10/11-81, S.387-389;

⑤4 Verfahren zum Messen von Strömen sowie Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung elektrischer Ströme in Energieversorgungsnetzen der Hoch- bzw. Mittelspannung mit einer Rogowskispule.
Um ein stabiles Meßverfahren zu erhalten, das Drift und Alterung ausschließt und um den Nenn- und Kurzschlußstrombereich abdecken zu können, wird vorgeschlagen, einen digitalen Integrator mit dynamischer Umschaltung der Eingangsempfindlichkeit zur Verarbeitung der Meßsignale zu verwenden.



DE 42 04 515 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solches Verfahren ist aus der DE-OS 39 41 882 bekannt. Hierbei sollen die Teilströme eines Hochspannungstrennschalterkontaktes mittels Rogowskispulen gemessen werden. Über die Weiterverarbeitung der von den Rogowskispulen gelieferten Signale ist nichts ausgeführt.

Da die Rogowskispule eine dem Differential des Meßstromes proportionale Spannung liefert, ist es notwendig, diese Spannung zu integrieren, um eine dem Meßstrom direkt proportionale Größe zu erhalten.

Es ist denkbar zur Integration passive Elemente, wie Spulen, Widerstände, Kondensatoren oder aktive Anlogschaltungen auf der Basis von Operationsverstärkerschaltungen zu verwenden. Diese Elemente können jedoch die Anforderungen hinsichtlich einer gewünschten Langzeitstabilität der Integrationsergebnisse nicht erfüllen. Das Problem der hohen Dynamik des Meßsignals (Nenn- und Kurzschlußmessung) wird bisher durch die Verwendung von verschiedenen transformatorischen Stromwandlern, jeweils zu Schutz- und Meßzwecken, gelöst.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Strommeßverfahren für Energieversorgungsnetze zu schaffen, das sowohl für Nenn- wie auch für Kurzschlußströme verwendbar ist und eine hohe Langzeitstabilität aufweist.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

Zur Messung von Nenn- und Kurzschlußstrombereich kann nunmehr die selbe Rogowskispule benutzt werden. Es wird die Tatsache ausgenutzt, daß eine Rogowskispule keinen Eisenkern und deshalb keine Sättigungserscheinungen aufweist. Die von der Rogowskispule abgegebene, dem Differential des Meßstromes proportionale Spannung ist deshalb linear von der Größe des Meßstromes abhängig.

Eine hohe Langzeitstabilität wird durch die Verwendung einer digitalen, auf numerischen Rechenvorgängen beruhenden Integration erreicht. Zur Durchführung dieser Berechnungen wird eine digitale Recheneinheit verwendet, die schnelle arithmetische Operationen ausführen kann.

Integriert werden die Werte z. B. mit der Rechteck- bzw. Trapezregel oder einem anderen Integrationsverfahren (siehe Bronstein, Semendjajew — Taschenbuch der Mathematik, 20. Auflage, Harri Thun 1983, Seite 799 ff).

Der zur Digitalisierung der in der Rogowskispule induzierten Spannung benötigte Analog-Digital-Wandler (AD-Wandler) muß den gesamten gewünschten Dynamikbereich überdecken. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine vom Rogowskispulensignal gesteuerte Eingangsbereichumschaltung vor dem AD-Wandler eingefügt wird. Die Weitergabe der integrierten Werte erfolgt entweder über einen Digitalausgang direkt an die entsprechend ausgerüstete Sekundärtechnik oder über einen Digital-Analog-Wandler (DA-Wandler) als Spannungs- oder Stromsignal.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Rechner, der die Integration durchführt, auch für die Aufgaben der Schutztechnik zu verwenden.

Anhand einer beiliegenden Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt wird, sollen die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen

und Verbesserungen und weitere Vorteile näher erläutert und beschrieben werden.

Dargestellt ist ein Ersatzschaltbild einer Meßanordnung, mit der sich das erfindungsgemäße Verfahren durchführen läßt. Die Meßanordnung ist aus sechs Teilsystemen (I, II, III, IV, V, VI) aufgebaut, nämlich der Rogowskispule I, dem Vorverstärker und der Bereichumschaltung II, der Digitalisierungsvorrichtung III, der Recheneinrichtung zur Integration und Steuerung der Bereichumschaltung IV, der Digital-Analog-Wandlereinheit V sowie einer Ausgangsbereichumschaltung VI.

Die Rogowskispule besteht aus einem lackisolierten Draht, der zu einer kreisförmigen Spule 2 auf einem nicht leitenden und nicht magnetischem Spulenträger (z. B. Kunststoff) aufgewickelt ist.

Zur Abschirmung von elektrischen Störfeldern ist die Spule 2 mit einer am Umfang geschlitzten nicht magnetischen Metallabschirmung (nicht dargestellt) umgeben. Der Schlitz in der Abschirmung verhindert die Ausbildung störender Wirbelströme und der daraus resultierenden Magnetfelder. Der Leiter 1, dessen Strom I gemessen werden soll, wird durch die Mitte der ringförmigen Spule 2 geführt.

Der Einfluß magnetischer Fremdfelder wird durch eine Kompensationswicklung (nicht dargestellt), die in der Spulenachse liegt und mit der kreisförmigen Spule 2 in Reihe geschaltet ist, verringert. Parallel zur Spule 2 ist über die Verbindung 3 ein Widerstand 4 angeschlossen, an dem eine Spannung U_r abfällt, die vom Teilsystem II weiterverarbeitet wird.

In dem Teilsystem II wird die in der Rogowskispule induzierte Spannung an den Eingangsbereich des AD-Wandlers durch eine Bereichumschaltung, die durch die nachgeschaltete Recheneinheit steuerbar ist, angepaßt.

Die am Widerstand 4 abfallende Spannung wird entweder über den Verstärker 5 oder über die Verbindung 3 — also unverstärkt — an einen Umschalter 6 geführt, je nachdem ob der Umschalter 6 in Position 15 oder 16 gebracht ist.

Gesteuert wird der Umschalter 6 von der Recheneinheit 8; diese Teile sind über die Steuerleitung 13 miteinander verbunden. Der AD-Wandler 7 wandelt die vom Teilsystem II erhaltenen Signale (Spannungen oder Ströme) in einen digitalen Zahlenwert im Binärsystem um. Der AD-Wandler übergibt über die Verbindung 18 das Ergebnis der AD-Wandlung als Digitalwert an die Recheneinheit 8. Über die Verbindung 17 wird eine Eingangsbereichüberschreitung des AD-Wandlers 7 an die Recheneinheit 8 gemeldet.

Das Teilsystem IV besteht aus der Recheneinheit 8, nämlich einem Digitalrechner, vorzugsweise einem schnellen Signalprozessor, der in der Lage ist, arithmetische Operationen mit hoher Geschwindigkeit auszuführen. Die Recheneinheit 8 führt den Integrationsalgorithmus (Rechteck-, Trapez-, Simpsonregel) mit dem vom AD-Wandler 7 kommenden digitalen Werten aus und steuert gleichzeitig die Umschalter 6 sowie 12 über die Steuerleitungen 13 und 14.

Bei der Ausführung des Integrationsalgorithmus ist die Behandlung des Einschaltvorganges bei dem hier zu messenden quasi stationären Strömen so durchzuführen, daß sich ein mittelwertfreies integriertes Signal ergibt. Die Ergebnisse der Integration (das integrierte Signal) werden als Digitalwort an einen DA-Wandler 10 (Digital-Analog-Wandler) über die Verbindung 19 weitergegeben.

Mit dem DA-Wandler 10 werden die von der Rechen-

einheit 8 berechneten integrierten Digitalwerte wieder in eine Analog-Spannung umgewandelt.

Die Ausgangsspannung des DA-Wandlers 10 wird über einen Verstärker 11 oder direkt an den Ausgang 21 ausgegeben.

Der Verstärker 11 hat die gleiche Verstärkung wie der Verstärker 5 an der Eingangsseite, und der Umschalter 12 wird von der Recheneinheit über die Verbindung 14 gesteuert. Das von der Recheneinheit 8 integrierte Signal kann auch direkt auf digitaler Ebene an den Ausgang 9 gegeben werden und dort weiter verarbeitet bzw. einer digitalen Anzeigevorrichtung zugeführt werden.

Die Wirkungsweise der Meßanordnung ist wie folgt:

Ein Strom I induziert in der Spule 2 (Rogowskispule) einen zum Differential des Stromes I proportionale Spannung, die über die Verbindung 3 an den Widerstand 4 gelangt. Danach liegt diese Spannung U_r 20 am Verstärker 5 und direkt am Umschalter 6 des Teilsystems II an.

Diese Spannung wird vom Verstärker an den Eingang des AD-Wandlers 7 angelegt. Die Recheneinheit 8, die den Vorgang steuert, schaltet über die Verbindung 6a den Umschalter 6 in die entsprechende Position. Der AD-Wandler 7 wandelt die an seinem Eingang anliegende Spannung in ein Digitalwort um oder meldet eine Bereichsüberschreitung über die Verbindung 17 an die Recheneinheit 8. Sollte eine Bereichsüberschreitung erfolgen, so wird von der Recheneinheit 8 der Umschalter 6 so geschaltet, daß die unverstärkte Spannung U_r 20 am Eingang des AD-Wandlers 7 anliegt.

Bei der dynamischen Umschaltung der Eingangsempfindlichkeit muß das Signal immer zuerst mit der hohen Empfindlichkeit (Umschalter 6 in Position 16) digitalisiert werden. Ergibt diese Digitalisierung einen Überlauf, so wird die nächste Digitalisierung mit der niedrigen Empfindlichkeit durchgeführt und deren Ergebnis verwendet.

Die Erfassung eines Wertes erfolgt also in n Empfindlichkeitsstufen in n Schritten.

Dieser Zeitverlust kann durch die Verwendung mehrerer parallel arbeitender AD-Wandler mit verschiedenen Empfindlichkeitsbereichen vermieden werden.

Nach der Umwandlung in ein Digitalwort führt die Recheneinheit 8 den zur Integration notwendigen Algorithmus mit dem Digitalwort durch. Das Ergebnis dieser Integration wird als Digitalwort über die Verbindung 19 entweder direkt an den Ausgang 9 oder über einen DA-Wandler 10 an die nachfolgende Sekundärtechnik ausgegeben.

Der Umschalter 12 ist mit dem Ausgang des DA-Wandlers 10 verbunden und wird synchron zum Umschalter 6 von der Recheneinheit 8 gesteuert. Der gesamte Vorgang wird ständig mit einer festgelegten Frequenz wiederholt. Diese Frequenz sollte mindestens zehnmal höher sein als die höchsten im Meßstrom I vorkommenden Frequenzanteile.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen elektrischer Ströme in Energieversorgungsnetzen, insbesondere für Hoch- und Mittelspannung, mit einer Rogowskispule, **dadurch gekennzeichnet**, daß die von der Rogowskispule (2) gelieferten Meßsignale digitalisiert und in einer Recheneinheit (8) integriert werden, daß die Recheneinheit (8) bei einem Überlauf der ihr zugeführten digitalen Signale eine Bereichs-

umschaltung veranlaßt, durch die die Empfindlichkeit des Eingangssignalweges vermindert wird.

2. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereichsumschaltung zwischen der Rogowskispule (2) sowie einem AD-Wandler (7) angeordnet ist und einen Umschalter (6) enthält, der bei Bedarf einen Verstärker (5) im Signalweg überbrückt.

3. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere parallel arbeitende AD-Wandler mit verschiedenen Empfindlichkeiten zwischen der Recheneinheit (8) und der Rogowskispule (2) angeordnet sind, die einzeln von der Recheneinheit (8) wählbar und in den Signalweg einschaltbar sind.

4. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Ausgang (21) der Anordnung sowie einem der Recheneinheit (8) nachgeordneten DA-Wandler (10) eine Bereichsumschaltung mit einem Umschalter (12) angeordnet ist und je nach Stellung des Umschalters (12) die Meßsignale vom DA-Wandler (10) verstärkt oder unverstärkt an den Ausgang (21) gelangen.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausgang (9) der Anordnung unmittelbar mit dem Ausgang der Recheneinheit (8) verbunden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Recheneinheit (8) die Integration der Meßsignale mit Hilfe eines numerischen Integrationsalgorithmus ausgeführt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

